



①9 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

# Offenlegungsschrift DE 199 14 507 A 1

⑤1 Int. Cl.<sup>7</sup>:  
C 21 D 9/663  
F 27 B 17/00  
C 03 B 37/00

②1 Aktenzeichen: 199 14 507.5  
②2 Anmeldetag: 30. 3. 1999  
④3 Offenlegungstag: 5. 10. 2000

DE 199 14 507 A 1

⑦1 Anmelder:  
Siecor Fertigungsgesellschaft für Lichtwellenleiter  
m.b.H & Co. KG, 96465 Neustadt, DE

⑦4 Vertreter:  
Epping, Hermann & Fischer GbR, 80339 München

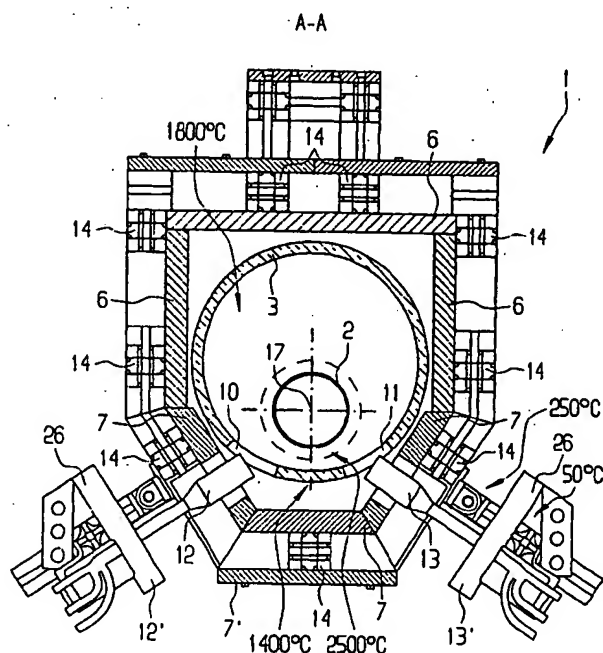
⑦2 Erfinder:  
Ruscher, Stefan, Dipl.-Ing. (FH), 96279 Weidhausen,  
DE

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

⑤4 Vorrichtung zur Wärmebehandlung eines Objektes

⑤7 Die Stillstandzeit einer Glasfaser-Ziehanlage ließe sich erheblich verkürzen, wenn bereits an der Spitze abgeschmolzene und optimierte Ziehziebeln aufweisende Vorformen zur Verfügung stünden. Von Vorteil wäre daher ein der thermischen Vorbehandlung der Vorformen dienender, das Quarzglas nicht kontaminierender Heizofen, dessen Temperaturwechselbeständigkeit einen hohen Durchsatz ermöglichte.

Ein diesen Anforderungen genügender Heizofen (1) besteht im wesentlichen aus einer zylindrischen Heizkammer (3-5), einer die Heizkammer (3-5) allseitig umschließenden Wärmeisolation (6-9), mehreren durch seitliche Heizkammeröffnungen (10/11) auf die Spitze der rotierenden Vorform (2) feuervernden Gasbrennern (12/13) und einem Rahmen (14). Da die Vorform (2) erst ab einer Temperatur  $T > 1750^{\circ}\text{C}$  erweicht, im Ofenraum also entsprechend hohe Temperaturen herrschen müssen, sind sowohl die Heizkammer (3-5) als auch die Gasbrenner (12/13) aus Quarzglas oder einem keramischen Werkstoff gefertigt.



DE 199 14 507 A 1

## 1. Einleitung und Stand der Technik

Ausgangspunkt des Verfahrens zur Herstellung einer in Nachrichtenkabeln als optisches Übertragungselement eingesetzten, aus einem Kern (Brechungsindex  $n_1$ ), einem den Kern konzentrisch umhüllenden Mantel (Brechungsindex  $n_2 < n_1$ ) und einer schützenden Kunststoffschicht (ein- oder mehrschichtiges "Coating") bestehenden Glasfaser ist ein langgestreckter, zylindrischer und entsprechend dem zu erzeugenden Profil des Brechungsindex dotierter Quarzglas-  
körper. Diese sogenannte Vorform wird mittels einer Vorschubeinrichtung sehr langsam in den Heizraum eines im oberen Teil des Faserziehturns angeordneten Hochtemperaturofens eingeführt und erhitzt. Bei Temperaturen  $T > 2000^\circ\text{C}$  geht die konisch zulaufende Spitze der Vorform allmählich in einen Zustand honigartiger Konsistenz über, bis schließlich ein aus Kern und Mantel bestehender Glasstrang abschmilzt. Nach dem Abtropfen des nicht für die Faserproduktion geeigneten Quarzglases bildet sich unter dem Einfluß der Schwerkraft die sog. "Ziehzwiebel". Als Ziehzwiebel bezeichnet man den konisch zulaufenden Übergangs-  
bereich zwischen dem Quarzglaszylinder und der abgezogenen Faser, dessen Form und Abmessungen vom verwendeten Hochtemperaturofen und den jeweiligen Ziehbedingungen abhängen. Der kontinuierlich von der Vorform abgezogene Glasstrang ( $\varnothing = 125 \pm 1 \mu\text{m}$ ) durchläuft dann das im Ziehturn unmittelbar unterhalb der Durchmesser-Prüfeinrichtung angeordnete, die Schutzhülle (Coating) aufbringende Beschichtungssystem, um schließlich auf einer Vorrastrommel abgelegt und zwischengelagert zu werden.

Nach einer von der Größe bzw. Masse der Vorform abhängigen Länge gezogener Glasfaser muß die Produktion unterbrochen und die weitgehend verbrauchte Vorform durch eine neue ersetzt werden. Bis zur Wiederaufnahme der Produktion einer die geforderten Eigenschaften aufweisenden Faser vergehen häufig deutlich mehr als eine Stunde, wobei das Abtropfen der nicht verwertbaren Quarzglasmasse und die Formung der den Ziehbedingungen entsprechenden Ziehzwiebel allein etwa 30 bis 40 Minuten in Anspruch nehmen.

## 2. Gegenstand, Ziele und Vorteile der Erfindung

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung, insbesondere einen Heizofen, zur Wärmebehandlung eines aus einem hochtemperaturstabilen Material bestehenden Objektes. Die Vorrichtung soll es beispielsweise erlauben, die nicht für das Faserziehen geeignete Quarzglasmasse einer Vorform schneller als in konventionellen Öfen abzuschmelzen, ohne die Vorform während dieses Vorgangs mit Fremdpartikeln zu kontaminieren.

Eine Vorrichtung mit den in Patentanspruch 1 angegebenen Merkmalen besitzt diese Eigenschaften. Die abhängigen Ansprüche betreffen vorteilhafte Ausgestaltungen und Weiterbildungen der Vorrichtung gemäß Anspruch 1.

Da sowohl die gut wärmeisolierte Heizkammer als auch die durch seitliche Heizkammeröffnungen auf die Vorform feuernenden  $\text{H}_2/\text{O}_2$ -Gasbrenner des Heizofens aus Quarzglas bestehen, halten diese Elemente die in der Kammer herrschenden, im Bereich der Vorformspitze Maximalwerte von  $T \approx 2500^\circ\text{C}$  erreichenden Temperaturen längere Zeit ohne Schaden zu nehmen stand. Mit jeweils 15–30 kW sind die Heizleistungen der Gasbrenner hierbei so bemessen, daß die Spitze der um ihre Längsachse rotierenden Vorform bereits nach etwa 20 Minuten in einem Tropfen abschmilzt und sich die typische Ziehzwiebel ausbildet. Um deren Form zu opti-

mieren, kann man die Vorform und/oder die Brenner nach einem vorgegebenen Programm in vertikaler Richtung relativ zueinander verschieben.

Eine Kontamination der Vorform mit Fremdpartikeln während des Abschmelzens der Quarzglasmasse ist weitgehend ausgeschlossen, da die Brenngase mit Überdruck aus der Heizkammer entweichen (keine Eintrag von Schmutz durch den sog. Kamineffekt) und sich allenfalls  $\text{SiO}_2$ -Partikel auf der Vorform niederschlagen. Eine Kühlung des Heizofens ist ebenso wenig erforderlich wie eine Spülung der Heizkammer mit einem Schutzgas.

Durch die Verwendung entsprechend vorbehandelter, d. h. an der Spitze bereits abgeschmolzener und optimierte Ziehzwiebeln aufweisender Vorformen läßt sich die Stillstandszeit einer Glasfaser-Ziehanlage um bis zu 15–30 Minuten pro ausgetauschter Vorform reduzieren, da

- der Hochtemperaturofen des Ziehturns deutlich weniger Quarzglasmasse aufschmelzen muß (kürzere Auf- und Durchheizzeit),
- die Übergangsphase zwischen dem Abschmelzen und dem Faserziehen bei Sollgeschwindigkeit erheblich weniger Zeit in Anspruch nimmt (Hauptzeiterparnis) und
- man die Vorform nicht so tief in den Hochtemperaturofen einfahren muß (Zeiterparnis aufgrund der sehr niedrigen Vorschubgeschwindigkeit!).

## 3. Zeichnungen

Die Erfindung wird im folgenden anhand der Zeichnungen erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 ein Ausführungsbeispiel eines Heizofens zur Wärmebehandlung einer Vorform in Seitenansicht;

Fig. 2 den in Fig. 1 dargestellten Heizofen im Schnitt entlang der Linie A-A;

Fig. 3 die sich während des Betriebes im Heizofen einstellenden Maximaltemperaturen;

Fig. 4 den schematischen Aufbau eines Quarzglasbrenners und

Fig. 5/6 die Halterung des Quarzglasbrenners in verschiedenen Ansichten.

## 4. Beschreibung eines Ausführungsbeispiels

## a) Der Heizofen

Der in den Fig. 1 und 2 nur schematisch dargestellte Heizofen 1 dient dem Abschmelzen der für das Faserziehen nicht geeigneten Quarzglasmasse der Vorform 2. Er besteht im wesentlichen aus einer zylindrischen Heizkammer 3–5, einer die Heizkammer 3–5 allseitig umschließenden Wärmeisolation 6–9, mehreren durch seitliche Heizkammeröffnungen 10/11 auf die Vorform 2 feuernenden Gasbrennern 12/13 und einem die genannten Komponenten fixierenden Rahmen aus im Querschnitt quadratischen und miteinander verschraubten Stahl- oder Aluminium-Nutenprofilen 14. Da die  $\text{SiO}_2$ -Vorform 2 erst ab einer Temperatur  $T \approx 1750^\circ\text{C}$  erweicht, im Ofenraum also entsprechend hohe Temperaturen ( $T \geq 1800^\circ\text{C}$ ) herrschen müssen, sind sowohl die Heizkammer 3–5 als auch die flammenerzeugenden Komponenten (Brennerrohr, Düsen) der Gasbrenner 13/14 aus einem hochtemperaturstabilen, sich bei Erwärmung nur wenig längsdehnenden Material, insbesondere aus Quarzglas, gefertigt. Die Verwendung von Quarzglas hat zudem den Vorteil, daß es zu keiner Kontamination der Vorform 2 mit Fremdpartikeln kommen kann und sich allenfalls  $\text{SiO}_2$ -Par-

tikel niederschlagen.

#### b) Die Heizkammer

Die Heizkammer besteht aus einem mit den Gasbrenneröffnungen 10/11 ( $\varnothing = 80$  mm) versehenen, zylindrischen  $\text{SiO}_2$ -Mittelteil 3 (Höhe  $h \approx 470$  mm, Radius  $r \approx 180$  mm, Wandstärke  $d \approx 30$  mm) und zwei, jeweils die Form eines Sechsecks aufweisenden Quarzglasdeckeln 4/5, deren randseitige Auskragungen der Stellform des Heizofens angepaßt sind. Die bereits auf eine Temperatur  $T = 600$ – $800^\circ\text{C}$  vorgewärmte Vorform 2 ( $\varnothing = 40$ – $120$  mm) wird durch eine kreisförmige Öffnung 15 des oberen Deckels 4 in die Heizkammer 3–5 eingeführt und soweit nach unten gefahren, bis die konisch zulaufende Spitze der Vorform 2 in der durch die Brenneröffnungen 10/11 definierten Ebene zu liegen kommt. Durch eine ebenfalls kreisförmige Öffnung 16 des unteren Heizkammerdeckels 5 gelangt das von der um ihre Längsachse rotierenden Vorform 2 abtropfende Quarzglas in eine nicht dargestellte Auffangvorrichtung.

Die obere und die untere Heizkammeröffnungen 15/16 besitzen eine gemeinsame Symmetrieachse 17, welche parallel zur Heizkammerlängsachse 18 orientiert und bezüglich dieser in Richtung der Gasbrenner 12/13 lateral verschoben ist. Der in Fig. 2 mit  $\Delta r$  bezeichnete Achsenabstand ist hierbei so bemessen, daß sich die Vorform 2 im heißesten Punkt der Flamme befindet und ihr Abstand zur benachbarten Heizkammerwand noch ausreichend groß ausfällt. Gleichzeitig verhindert die derart angeordnete Vorform 2 die direkte Befuerung der den Gasbrennern 12/13 gegenüberliegenden Heizkammerwand, was deren thermische Belastung erheblich verringert. Die Temperatur erreicht im heißesten Punkt der Flamme einen Wert  $T \approx 2500^\circ\text{C}$  (vergleiche Fig. 3), im übrigen Ofeninnenraum, d. h. außerhalb der Flammen, einen Wert von ca.  $T = 1600$ – $1800^\circ\text{C}$ . Mit Werten um  $T = 1400^\circ\text{C}$  ist die an der Kammeraußenwand gemessene Maximaltemperatur ausreichend niedrig, um eine hohe Lebensdauer des Heizofens zu gewährleisten.

#### b) Die Gasbrenner

Die Heizleistung der Gasbrenner 12/13 beträgt jeweils maximal 60 kW, während des Betriebes typischerweise jeweils etwa 20–30 kW. Versorgt werden die Gasbrenner 12/13 mit Wasserstoff- und Sauerstoffgas, die man den Brennern 12/13 jeweils über zwei  $\text{O}_2$ -Anschlüsse ("äußerer" und "innerer" Sauerstoff) und einen  $\text{H}_2$ -Anschluß getrennt zuleitet. Wie die Fig. 4 zeigt, wird der äußere Sauerstoff in einer durch die beiden zylindrischen Teile 19/20 des Gasbrenners 12/13 gebildeten Ringdüse 21, der innere Sauerstoff in mehreren in der Mitte des Brennerkopfes 22 angeordneten, parallel ausgerichteten Flachdüsen 23/23/23" und der Wasserstoff im Raum zwischen den Flachdüsen 23/23/23" und dem zylindrischen Teil 20 zur Brennerspitze geführt. Wie bereits erwähnt, bestehen alle Komponenten des Gasbrenners aus Quarzglas.

Die Halterung des in den Fig. 5 und 6 dargestellten Gasbrenners 12/13 besteht aus einem oberen Teil 24 und einem mit dem oberen Teil 24 lösbar verbundenen unteren Teil 25, zwischen denen der Gasbrenner 12/13 fest eingespannt oder, nach Lockerung einer Schraubverbindung, in Richtung des Doppelpfeils verschiebbar geführt ist. Um den Gasbrenner 12/13 auf die Vorform 2 ausrichten zu können, ist die Halterung über ein mehrere Nutenprofile 26/27 und Winkelsstücke 28/29 aufweisendes Gestell mit dem Rahmen 14 des Heizofens verbunden. Da die Halterung 24/25 auch die den Wasserstoff und den Sauerstoff an die entsprechenden Brenneranschlüsse heranzuführenden Silikonschläuche vor der Wärmestrahlung des Heizofens schützen soll, ist sie aus einem gut wärmeisolierenden Material, insbesondere aus einem Gemisch aus Glimmerlamellen, Moskoviten, Phlogopit und Silikonharz gefertigt.

#### c) Die Wärmeisolation

Die Wärmeisolation 6–9 umschließt die Heizkammer 3–5 des Heizofens 1 allseitig (siehe Fig. 1 und 2). Sie besteht im gezeigten Ausführungsbeispiel aus einem ein Sechseck bildenden Mittelteil 6/7 und zwei plattenförmigen, mit Ausnehmungen 15/16 versehenen Abdeckungen 8/9. Während die beiden Abdeckungen 8/9 ( $d = 20$  mm) vorzugsweise aus Quarzglas bestehen, sind die ebenfalls plattenförmigen und etwa  $d = 30$  mm dicken Elemente des Mittelteils 6/7 aus einem feuerfesten, oxidationsbeständigen und eine geringe Wärmeleitfähigkeit aufweisenden Isolierwerkstoff, insbesondere aus einem Glasfaser- oder Keramikfaser-Werkstoff gefertigt. In Betracht kommen beispielsweise die unter dem Warenzeichen DOTHERM<sup>TM</sup> von der Fa. DOTHERM-Isolierwerkstoffe, 44293 Dortmund vertriebenen Materialien, welche als wesentliche Komponenten Kalziumsilikate, spezielle Portlandzemente, Kohlenstoffmikrofasern, organische Fasern sowie mineralische Binde- und Zuschlagstoffe enthalten. Diese mit normalen Hartmetallwerkzeugen bearbeitbaren und in Form von Platten unterschiedlicher Größe und Stärke lieferbaren Isolierwerkstoffe halten je nach Typ auch Temperaturen  $T > 1000^\circ\text{C}$  (DT 1100 und DT 1200) stand. Ihre Wärmeleitfähigkeit beträgt 0,114 (DT 1100) bzw. 0,08 W/mK (DT 1200).

Die zwischen den Gasbrennern 12/13 angeordnete Wärmeisolation 7' (DT 1100) dient dem Schutz des Personals während des Beladens des Heizofens 1 mit einer Vorform 2.

#### 5. Ausgestaltungen und Weiterbildungen

Die Erfindung beschränkt sich selbstverständlich nicht auf die oben beschriebenen Ausführungsbeispiele. So ist es ohne weiteres möglich:

- den Heizofen 1 nur mit einem  $\text{H}_2/\text{O}_2$ -Brenner 12/13 entsprechender Leistung, aber auch mit mehr als zwei Brennern 12/13 auszustatten, wobei die seitlichen Brenneröffnungen 10/11 in der unteren Hälfte, insbesondere im unteren Drittel der Heizkammer 3–5 angeordnet sein sollten;
- die Brenner 12/13 auch mit anderen brennbaren Gasen, insbesondere mit Erdgas, Acetylen, Butan, Methan oder Propan zu betreiben;
- den Durchmesser der im oberen und im unteren Heizkammerdeckel 4/5 vorhandenen Öffnungen 15/16 um bis zu 100% größer zu wählen als den Querschnitt der Vorform 2;
- die Öffnungen 15/15'/16/16' nicht kreisförmig auszubilden, sondern der Form des zu behandelnden Gutes anzupassen;
- die Brennerachsen 12/13' unter einem von  $90^\circ$  abweichenden Winkel bezüglich der Längsachse 17' der Vorform 2 anzuordnen;
- eine nicht zylindrische Heizkammer 3 vorzusehen;
- anstelle von Quarzglas auch einen hochtemperaturbeständigen keramischen Werkstoff zu verwenden und
- Deckel, Isolierung und Gestell (4/5/14/6–9) rund auszubilden.

## Patentansprüche

1. Vorrichtung zur Wärmebehandlung eines Objektes
- (2), gekennzeichnet durch
  - eine wärmeisolierte Heizkammer (3-5), deren 5
  - Wandungen eine der Einführung des Objektes (2)
  - in die Heizkammer (3-5) dienende obere Öffnung
  - (15), eine der oberen Öffnung (15) gegenüberlie-
  - gende Austrittsöffnung (16) und zumindest eine
  - seitliche Öffnung (10, 11) aufweist und 10
  - mindestens eine Brenneinheit (12/13), deren
  - der Aufheizung des Objektes (2) dienende
  - Flamme durch die seitliche Öffnung (10/11) der
  - Wandung auf das Objekt (2) feuert.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekenn- 15
- zeichnet, daß die gemeinsame Symmetrieachse (17)
- der oberen Öffnung (15) und der Austrittsöffnung (16)
- in Richtung der seitlichen Öffnung (10/11) lateral ver-
- setzt bezüglich der Heizkammerlängsachse (18) und
- parallel zu dieser orientiert ist. 20
3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekenn-
- zeichnet, daß die Heizkammer (3-5) einen mit der
- seitlichen Öffnung (10/11) versehenen mittleren Teil
- (3) aufweist und der mittlere Teil (3) aus einem erst 25
- oberhalb einer Temperatur  $T = 1500^{\circ}\text{C}$  schmelzenden
- Material besteht, dessen Wärmeausdehnungskoeffi-
- zient kleiner ist als  $10^{-6} \text{ K}^{-1}$ .
4. Vorrichtung nach Anspruch 3, dadurch gekenn- 30
- zeichnet, daß der mittlere Teil (3) der Heizkammer und
- zumindest das die Flamme erzeugende Element (20, 22) der Brenneinheit (12, 13) aus demselben Material
- bestehen.
5. Vorrichtung nach Anspruch 4, dadurch gekenn- 35
- zeichnet, daß der mittlere Teil der Heizkammer und das
- die Flamme erzeugende Element (20, 22) aus Quarz-
- glas oder einer Keramik bestehen.
6. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 3 bis 5, da- 40
- durch gekennzeichnet, daß der mittlere Teil (3) der
- Heizkammer durch zwei mit der oberen Öffnung (15)
- und der Austrittsöffnung (16) versehene, jeweils plat-
- tenförmige Elemente (4, 5) endseitig abgeschlossen ist.
7. Vorrichtung nach Anspruch 6, dadurch gekenn- 45
- zeichnet, daß die plattenförmigen Elemente (4, 5) und
- der mittlere Teil (3) aus demselben Material bestehen.
8. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, da- 50
- durch gekennzeichnet, daß die Durchmesser der oberen
- Öffnung und der Austrittsöffnung (16) höchstens 100%
- größer sind als der maximale Durchmesser des Objek-
- tes (2).
9. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 3 bis 8, da- 55
- durch gekennzeichnet, daß der mittlere Teil (3) ein zy-
- lindrische Form besitzt.
10. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 9, gekenn- 60
- zeichnet durch mehrere Brenneinheiten (12, 13),
- deren Flammen jeweils durch eine seitliche Öffnung
- (10, 11) der Heizkammer (3-5) auf das Objekt (2) feu-
- ern.
11. Vorrichtung nach Anspruch 10, dadurch gekenn- 65
- zeichnet, daß die den Brenneinheiten (12, 13) zuge-
- ordneten seitlichen Öffnungen (10, 11) in der unteren
- Hälfte der Heizkammer (3) in einer annähernd senk-
- recht zur Heizkammerlängsachse (18) orientierten
- Ebene in den objektnahen Bereichen der Wandung an-
- geordnet sind.
12. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 11, 65
- gekennzeichnet durch eine  $\text{H}_2/\text{O}_2$ -, Erdgas-, Acetylen-
- gas-, Butangas-, Methangas- oder Propangas-Brenner-
- einheit (12, 13).

13. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 12, dadurch gekennzeichnet, daß die Brenneinheiten (12/13) oder deren die Flamme erzeugenden Elemente (20, 22) auf die durch die obere Öffnung (15) und die Austrittsöffnung (16) definierte, bezüglich der Heizkammerlängsachse (18) lateral verschobene Symmetrieachse (17) ausgerichtet sind.

---

Hierzu 5 Seite(n) Zeichnungen

---

- Leerseite -



FIG 2

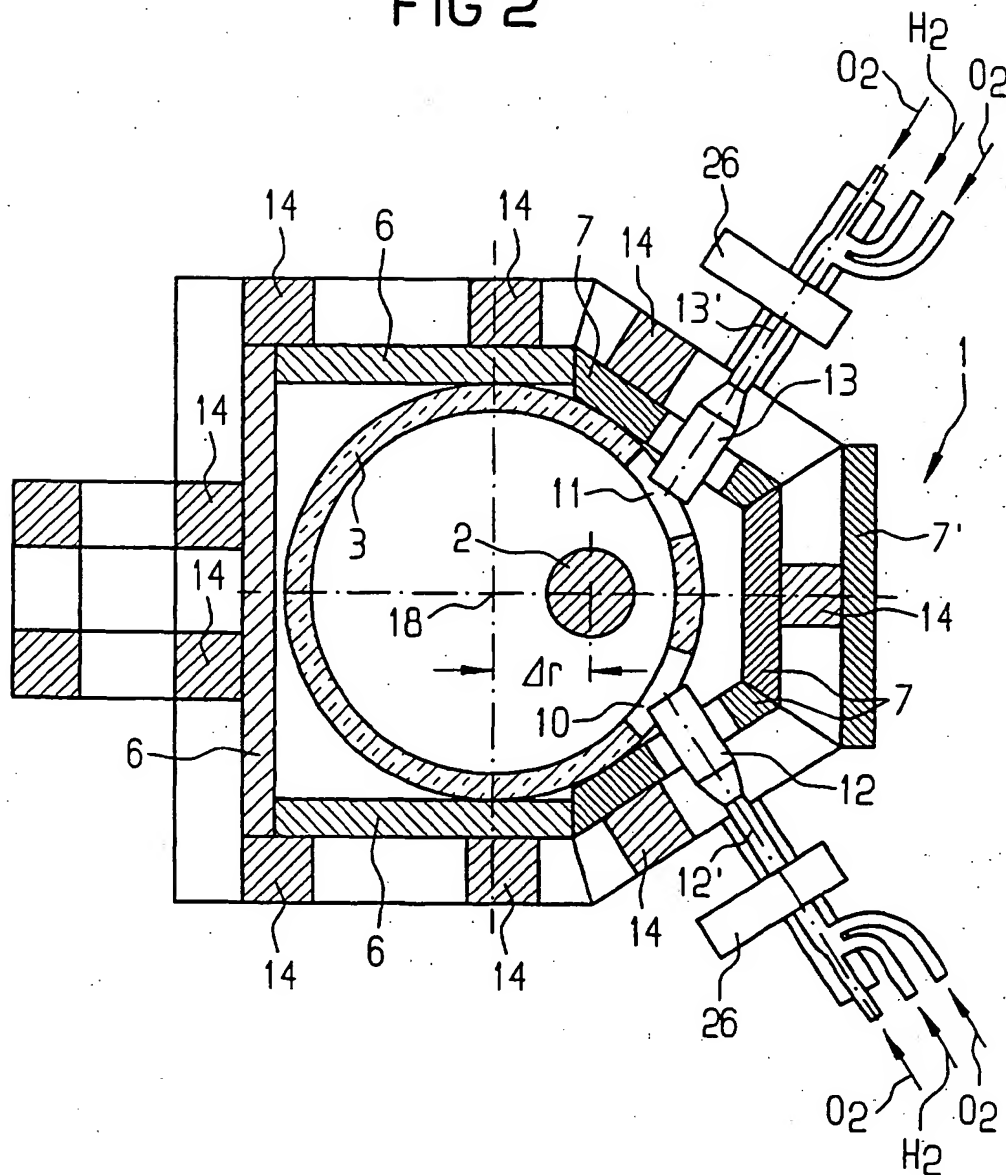


FIG 3

A-A

